

CubeSat-BSU/Sat-1). Оба космических аппарата запущены в космос в 2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

1 Bekish, Yu. N. Poznyak S.K., Tsybul'skaya L.S., Gaevskaya T.V. Electrodeposited Ni–B alloy coatings: structure, corrosion resistance and mechanical properties // *Electrochim. Acta.* – 2010. Vol. 55, – P. 2223-2230

2 Скопинцев В.Д. Ресурсо- и энергосберегающие технологии автокаталитического осаждения покрытий на основе сплава никель–фосфор // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора техн. наук. Москва – 2017. с. 36.

3 Патент 17348 РБ. Способ получения ультрачерных пленок на основе сплава никель–фосфор / Перевозников С.С., Цыбульская Л.С., Позняк С.К. и др. Заявитель и патентообладатель НИИ ФХП БГУ, заявка № а20111118; заявл. 19.08.2011, опубл. 30.08.2013г., БИ №4.

4 Евразийский патент №029374. Способ получения двухслойного функционального покрытия никель–бор/золото–кобальт // Цыбульская Л.С., Перевозников С.С., Шендюков В.С. и др. Заявители и патентообладатели ОАО «Пеленг» и НИИ ФХП БГУ, заявка № 201700010 от 19.09.2017г., опубл. 30.03.2018г., БИ №3.

С.А. Жданок, А.С. Жданок
ООО «Передовые Исследования и Технологии»

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СВИНЦОВО- КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРАХ

Свинцово-кислотные аккумуляторы занимают очень важное место на мировом рынке аккумуляторов благодаря своей безопасности и высокой рентабельности их производства. Они широко используются в различных системах накопления энергии, электромобилях, гибридных электромобилях, источниках бесперебойного питания и в системах хранения вырабатываемой из возобновляемых источников энергии.

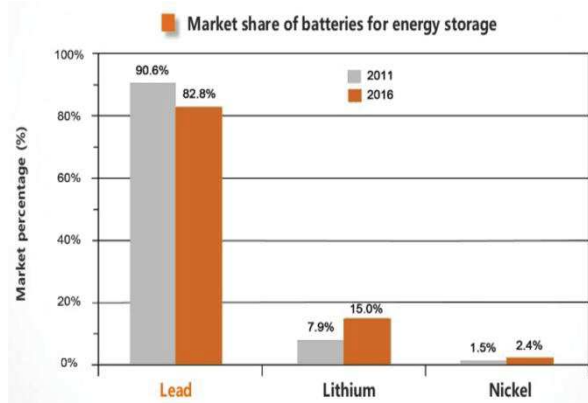
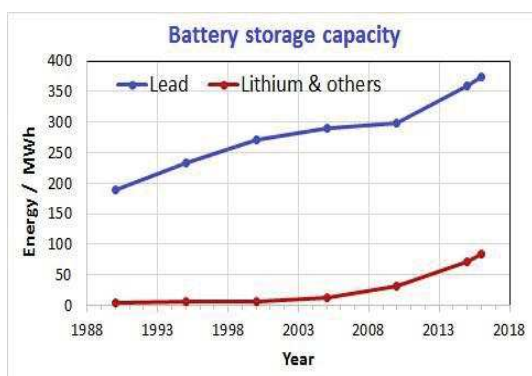


Рисунок 1 – Состояние рынка электро-химических аккумуляторов

Свинцово-кислотные аккумуляторы на сегодня остаются основным типом накопителей энергии, востребованных на рынке химических источников тока. Состояние Рынка Накопителей Энергии иллюстрируется на Рис. 1.

Использование герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов (ГСКА) в гибридных электромобилях и в качестве накопителей энергии для возобновляемых источников энергии предъявляет высокие требования к ГСКА с точки зрения улучшения циклируемости в условиях высокоскоростного заряда с частичным недозарядом. В обзоре (1) было продемонстрировано¹ влияние добавок углерода на снижение сульфатации отрицательных пластин и значительное улучшение циклируемости и заряжаемости ГСКА.

В настоящей работе в качестве добавок к отрицательной активной массе (ОАМ) ГСКА были использованы два типа Углеродные Нанотрутурированных Материалов (УНМ), синтезированных и охарактеризованных в ООО «Передовые Исследования и Технологии»:

многостенные углеродные нанотрубки («Арт-нано» марки НСУ «С» (ТУ БУ 690654933.001.-2011)) и многослойный графен («Арт-нано ГТ» (ТУ ВУ 691460594.004-2017)).

Таблица 1. Характеристики углеродных материалов

«Арт-нано» марки НСУ «С»	«Арт-нано ГТ»
Диаметр – 10-50 нм; Количество стенок – 10-20; $S_{уд} = 65 \text{ м}^2 \cdot \text{г}^{-1}$	Толщина слоя – 20-30 нм; Количество слоёв – 20-30; $S_{уд} = 40 \text{ м}^2 \cdot \text{г}^{-1}$

Исследуемые углеродные добавки вводились в количестве 0.5, 1.0, 1.5 мас.% в активную массу отрицательного электрода. Тестирование электродов проводилось в макете свинцово-кислотного аккумулятора. Было получено, что введение углеродных добавок повышает разрядную ёмкость и коэффициент использования активной массы отрицательного электрода на 10-15%.

Результаты совместных испытаний элементарной ячейки ГСКА с добавлением УНМ «Арт-нано» марки НСУ «С» в отрицательную активную массу в Саратовском Исследовательском Государственном Университете (кафедра профессора И.А.Казаринова) представлены на Рис.2

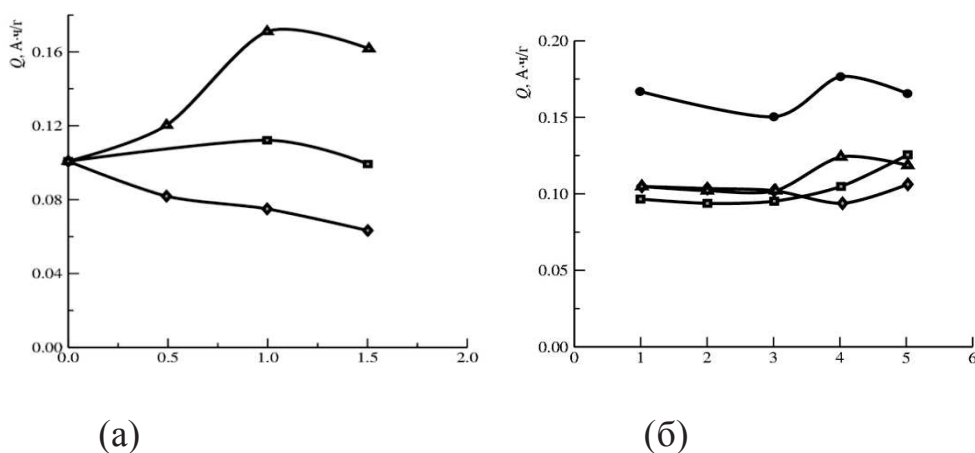


Рисунок 2 – Зависимость разрядной ёмкости от процентной концентрации УНМ (а) и от номера цикла разряда/заряда для электродов с содержанием углеродной добавки в ОАМ - 1% (б): контрольный вариант (◆), графит «ГСК-2» (■), графит «RFL-M 99.95» (▲), углерод НСУ «С» (●). Iразр = 40 мА

ЛИТЕРАТУРА

1. Moseley P. T., Rand D. A.J., Davidsonc A., Monahov B. J. Energy Storage, 2018, **19**, 272.